

§ 4 アーチ部材の設計法

4-1. 検討課題

アーチ部材を設計する時の問題点について討議した。

- 1) アーチ部材の座屈に対する照査の現状と問題点
- 2) アーチ部材の有効座屈長
- 3) 有限変位解析時の荷重強度について

4-2. 提案の背景

現在のアーチ部材の設計は、変位の影響の有無を検討した後に、微小変位あるいは有限変位理論に従って求められた断面力を用いて、軸力と曲げモーメントを受ける部材として設計している。この際の有効座屈長は格点間の部材長としている。また、変位の影響を考慮する場合には、終局荷重時の照査を有限変位理論に従って行うが、照査時の荷重強度は、1.7 (D+L) としている。

現在の設計方法には、下記の疑問点がある。

- ①軸力と曲げモーメントを受ける部材の照査式
- ②有効座屈長のとり方
- ③終局荷重照査時の荷重強度

4-3. 討議・意見等

(1) アーチ部材の座屈に対する照査の現状と問題点

1) 現状

①面内全体座屈

$$\sigma' = f(1.7S_0) \quad \sigma'_c + \sigma'_b \leq \sigma_y$$

②格点間の部材の照査

$$\sigma = f(S_0) \quad \frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{ba} \left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}}\right)} \leq 1$$

ここで、 σ' : 終局荷重時の応力度

σ : 設計荷重時の応力度

S_0 : 設計荷重

有限変位に対する考慮の必要性は、微小変位理論による応力度のおおむね10%をこえる場合を目安としている。

2) 問題点

(i) 格点間の部材の終局荷重時の照査は不必要か。

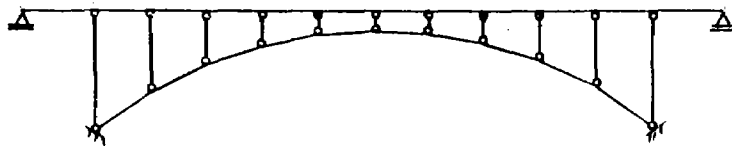
$$\textcircled{1} \frac{\sigma'_c}{\sigma_y} + \frac{\sigma'_b}{\sigma_y} \leq 1$$

$$\textcircled{2} \frac{\nu \sigma_c}{\sigma_{cu}} + \frac{\nu \sigma_b}{\sigma_{bu} (1 - \frac{\nu \sigma_c}{\sigma_E})} \leq 1$$

②が常に支配的となることはなく、長い支間のアーチ橋では、支材間隔は床組間隔で決定されるため、①の条件が厳しくなる場合がある。

(ii) 格点間の部材の座屈が発生するか。

解析時のモデル図



- ・全体座屈と格点間の部材の座屈とではモードが異なっている。
- ・格点間を1要素あるいは2要素で解析した場合は②の照査は必要であろう。
- ・①の解析時に部材毎の有限変位が解析できるならば②の照査は不必要であろう。

(2) アーチ部材の有効座屈長

提案

アーチ部材を単一部材とした場合の有効座屈長は次式で表される。

$$H_{cr} = \alpha \frac{EI}{L^2} = \frac{\pi EI_A}{l_e}$$

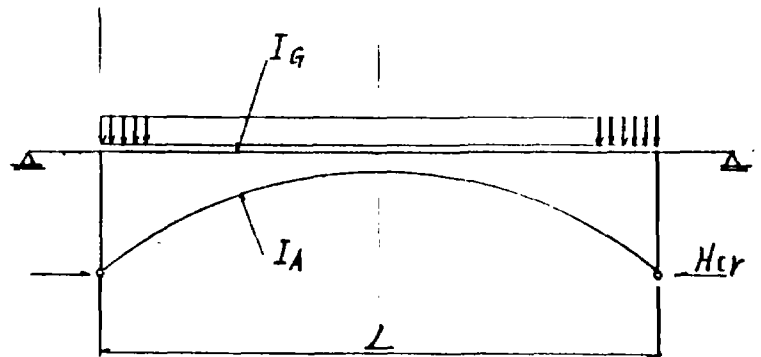
$$l_e = \frac{\pi L}{\sqrt{\alpha}} \sqrt{\frac{I_A}{I}}$$

ここで、 H_{cr} : 限界水平力

α : 座屈係数

この場合の部材の設計は

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{ba}} \leq 1.0$$



上記の提案に対し、結論を出すまでに至らなかったが、次のような意見が出された。

- ・上記の方法を用いる場合には、 α の値を荷重強度および載荷方法等の影響を考慮し厳密に検討する必要がある。
- ・本四のタワーの設計に同様な考え方が取入れられている。
- ・現在構造物の設計を部材のレベルで行っており、両者を結ぶものが有効座屈長である。有効座屈長は、材端条件などの仮定の方法により、2倍～4倍の差が生じる可能性があり、今後検討する必要がある問題であろう。

(3) 有限変位解析時の荷重強度について

現 状

有限変位解析は、初期の形状を完成時のものとし、設計荷重時については1.0 (D+L)、終局荷重時については1.7 (D+L) の荷重を載荷しており、初期応力を考えていない。

意 見

1) アーチの軸線の初期形状および初期応力について

- ・線形解析で死荷重分を上げこした形で、すなわちキャンバーを考慮して初期形状としている。
- ・しかし実際は、架設方法、架設段階によって初期応力が異なるので、かなりむずかしい面がある。

2) 荷重について

- ・1.0 (D+L) の段階で有限変位の影響を考えているので、その後の0.7 (D+L) に対しては、線形化有限変位でよいのではないか。

(4) そ の 他

- ・アーチの座屈耐力は急激に減少する特性があるため、道示では、かなり安全側の規定としている。
- ・終局荷重の照査は、チェック的な意味も含めていられると考えられるため、崩壊荷重とそれに至るまでの構造物の挙動を照査しているといえる。

(文責 新日本技研 (株) 佐藤)